

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 3 月 18 日 (18.03.2004)

PCT

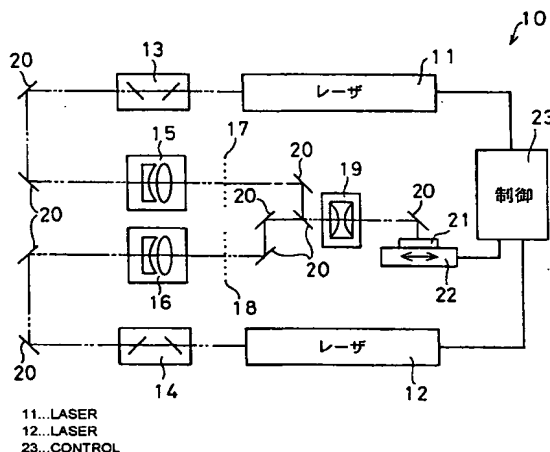
(10) 国際公開番号
WO 2004/023537 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/268, 21/20
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/011229
- (22) 国際出願日: 2003 年 9 月 3 日 (03.09.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-259318 2002 年 9 月 4 日 (04.09.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒545-8522 大阪府 大阪市 阿倍野区長池町 2 番 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (73) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中山 純一郎 (NAKAYAMA, Junichiro) [JP/JP]; 〒619-0237 京都府 相楽郡 精華町光台 7-2 9-2 Kyoto (JP). 岡崎 真也 (OKAZAKI, Shinya) [JP/JP]; 〒631-0036 奈良県 奈良市 学園北 1-5-8 Nara (JP).
- (74) 代理人: 西教 圭一郎, 外 (SAIKYO, Keiichiro et al.); 〒541-0051 大阪府 大阪市 中央区備後町 3 丁目 2 番 6 号 数島ビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF LASER BEAM MACHINING AND LASER BEAM MACHINING APPARATUS

(54) 発明の名称: レーザ加工方法およびレーザ加工装置



(57) Abstract: Credibly crystallizing an amorphous material for use as a semiconductor material and effecting crystallization to a region of desired scope. First region drawn on the surface of a layer of amorphous material formed on the surface layer of sample (21) is irradiated with laser beam to thereby effect melting, solidification and crystallization of the amorphous material. Second region drawn on the surface of the layer of amorphous material so as to partially overlap the first region is determined, and the second region is irradiated with laser beam to thereby melt the amorphous material within the second region. At the time of solidification of the molten amorphous material, epitaxial growth with the use of the crystal of the first region as a seed crystal is carried out to thereby attain crystallization. Shifting of the first and second regions to be irradiated with laser beam on the surface of the layer of amorphous material and irradiation with laser beam are repeated until the region of crystallization of the amorphous material reaches a desired scope.

(57) 要約: 本発明の目的は、半導体材料として用いられる非晶質材料を確実に結晶化させるとともに、所望の広さの領域になるように結晶化させることができることである。サンプル 21 の表層に形成される非晶質材料からなる層の表面に画される第 1 領域内に対してレーザービームを照射して非晶質材料を溶融凝固させて結晶化し、第 1 領域と部分的に重畳するように非晶質材料からなる層の表面に画される第 2 領域を定め、第 2 領域内に対してレーザービームを照射

[続葉有]



LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO,
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

して第2領域内の非晶質材料を溶融し、その凝固時に第1領域内の結晶を種結晶としてエピタキシャル成長させて結晶化する。非晶質材料の結晶化される領域が所望の大きさに達するまで、非晶質材料からなる層の表面上におけるレーザービームが照射されるべき第1および第2領域の移動と、レーザービームの照射とを繰返し行う。

明 細 書

レーザ加工方法およびレーザ加工装置

【技術分野】

本発明は、たとえば半導体デバイスなどに半導体材料として用いられる非晶質材料をレーザビーム照射によって結晶化するレーザ加工方法およびレーザ加工装置に関する。

【背景技術】

半導体デバイスは、基板を兼ねて構成される単結晶シリコン（Si）またはガラス基板上に成層されるSi薄膜に形成される。このような半導体デバイスは、イメージセンサやアクティブマトリックス液晶表示装置などに備えられている。液晶表示装置（LCD：Liquid Crystal Display）に備えられる半導体デバイスは、透明な基板上にたとえば薄膜トランジスタ（TFT：Thin Film Transistor）の規則的なアレイが形成されることによって構成され、各TFTは画素コントローラとして機能している。

LCDには、消費電力が少なく、応答速度が速く、より明るい、より解像度の高いものが求められており、このようなLCDの性能向上は、画素コントローラであるTFTの性能向上、特にスイッチング特性の向上に依るところが大きい。TFTのスイッチング特性は、トランジスタ中におけるキャリアである電子の移動度を向上することによって改善される。トランジスタ中における電子移動度は、トランジスタの材料であるSiが非晶質であるよりも結晶化されている方が、高いことが知られている。このことから、汎用LCDに多用されているTFTは非晶質Si薄膜に形成されているけれども、この非晶質Siに代えて結晶化したSiが用いられようとしている。

Siの多結晶構造体は、たとえばエキシマレーザから放射されるレーザビームを非晶質Siに照射して溶融し、凝固過程においてSiを結晶化させるなどの方法によって形成される。しかしながら、Siを単に溶融凝固させるだけでは、異なる大きさで異なる結晶方位を有する多数の小さな結晶粒が無秩序に形成されるに過ぎない。

多数の小さな結晶粒が形成されると、結晶粒同志を画する結晶粒界が多数形成されるので、この結晶粒界が、電子をトラップして電子移動の障壁となり、結晶化されたことによる電子移動度の向上効果が十分に発現されない。また大きさと方位とが異なる小さな結晶内においては、電子移動度は結晶毎にそれぞれ異なるので、換言すれば異なる動作性能を備えるTFTが多数形成されていることになり、TFTアレイにデバイス特性の不均一が生じる。したがって、さらなるLCDの性能向上のためには、デバイス特性の均一化されたTFTアレイが形成される必要があり、TFTの特性を均一化するためには、TFTを形成するSiの結晶化領域を広くするとともに、結晶化される結晶粒の大きさをできる限り大きくすることが必要とされる。

このような問題に対応する先行技術の1つを、以下に説明する。図11は、先行技術に用いられるレーザ加工装置1の構成を簡略化して示す系統図である。レーザ加工装置1は、パルス状のレーザビームを放射する光源であるエキシマレーザ2と、エキシマレーザ2から放射されるレーザビームを反射してその方向を変化させる複数のミラー3と、可変減衰器4と、可変焦点視野レンズ5と、可変焦点視野レンズ5を透過したレーザビームを予め定められたパターンに限定して通過させる投影マスク6と、投影マスク6を通過したレーザビームをサンプル8上に結像させる結像レンズ7と、サンプル8を載置しサンプル8を移動させることのできるステージ9とを含んで構成される。

この先行技術では、図11に示すレーザ加工装置1を用いて、以下のようにサンプル8の結晶化処理を行う。サンプル8である基板上の半導体材料の膜に横方向に延在する結晶領域を形成するに当たり、(a)半導体材料中に熱を誘導するパルス状の放射を用い、前記膜の第1の部分を露光してその厚さにわたって第1の部分の半導体材料を熔融する工程と、(b)前記第1の部分の半導体を凝固させ、前記第1の部分の境界部分に少なくとも1個の半導体結晶を形成し、この第1部分を次の処理に対する以前の部分とする工程と、(c)前記以前の部分からステップ移動方向にステップ移動すると共に少なくとも1個の半導体結晶と部分的に重なり合う半導体の別の部分を露光する工程と、(d)前記別の部分の熔融し

た半導体材料を凝固させ、半導体結晶をステップ移動方向に成長させることにより半導体結晶を拡大させる工程と、（e）前述の工程 c と工程 d との組合せを繰返し、所望の結晶領域が形成されるまで、各工程の別の部分を次の工程に対して以前の部分とする方法である（特許文献 1 参照）。

【特許文献 1】 特表 2000-505241 号公報（第 15～16 頁、第 1 図）

前述した先行技術には、以下のような問題がある。半導体材料の 1 つの部分に対するパルス状の放射による露光が 1 回のみであるので、パルス状の放射が行われる光源の出力変動や装置の振動に起因する焦点ずれが発生し、半導体材料に十分な熱が誘導されないとき、結晶化されないことが生じたり、結晶化された場合であっても結晶粒が小さくなるという問題がある。

また、結晶化される結晶粒を大きくするためには、パルス状の放射による露光領域を山形にしたり、結晶化させるべき領域を予めパターンニングしておかなければならない。露光領域を山形にすると、結晶は山形の頂点から広がる範囲の大きさまでしか成長しないという問題があり、結晶化させるべき領域を予めパターンニングすると、基板全体を結晶化することが困難になるという問題がある。

【発明の開示】

本発明の目的は、半導体材料として用いられる非晶質材料を確実に結晶化させるとともに、所望の広さの領域になるように結晶化させることのできるレーザ加工方法およびレーザ加工装置を提供することである。

本発明は、基板を形成する非晶質材料からなる層または基板上に形成される非晶質材料からなる層にレーザビームを照射することによって、前記非晶質材料を結晶化させるレーザ加工方法であって、

前記非晶質材料からなる層の表面に画される第 1 領域内に対してレーザビームを照射して第 1 領域内の非晶質材料を溶融し、

溶融した第 1 領域内の非晶質材料を凝固させて結晶化し、

前記非晶質材料からなる層の表面に画され、前記第 1 領域と予め定められる部分が重畳する第 2 領域に対してレーザビームを照射して第 2 領域内の非晶質材料

を熔融し、

熔融した第2領域内の非晶質材料を凝固させて結晶化し、

レーザービームが照射されるべき領域を予め定められる方向に予め定められる距離移動し、直前の第2領域と部分的に重畳するように非晶質材料からなる層の表面に画される新たな第1領域を定め、

前記非晶質材料の結晶化される領域が所望の大きさに達するまで、非晶質材料からなる層の表面上におけるレーザービームの照射と、レーザービームが照射されるべき領域の移動とを繰返し行うことを特徴とするレーザー加工方法である。

また本発明は、前記第1および第2領域は、前記非晶質材料からなる層の表面に長方形の形状に画されることを特徴とする。

また本発明は、前記第1および第2領域は、前記非晶質材料からなる層の表面に鋸歯状の形状に画されることを特徴とする。

また本発明は、前記第1および第2領域は、前記非晶質材料からなる層の表面にアーチ状の形状に画されることを特徴とする。

また本発明は、前記第1領域と前記第2領域とは、交差することを特徴とする。

また本発明は、前記第1および／または第2領域内で熔融状態にある前記非晶質材料に対して、もう一つのレーザービームを照射することを特徴とする。

また本発明は、基板を形成する非晶質材料からなる層または基板上に形成される非晶質材料からなる層にレーザービームを照射することによって、前記非晶質材料を結晶化させるレーザー加工装置において、

レーザービームを放射する光源と、

前記光源から放射されるレーザービームを通過させることによって、前記非晶質材料からなる層の表面に第1領域を画することができるように、前記光源と前記非晶質材料からなる層との間に形成されるレーザービームの光路上に設けられる第1投影マスクと、

前記光源から放射されるレーザービームを通過させることによって、前記非晶質材料からなる層の表面に第2領域を画することができるように、前記光源と前記非晶質材料からなる層との間に形成されるレーザービームの光路上に設けられる第

2 投影マスクとを含むことを特徴とするレーザ加工装置である。

また本発明は、前記レーザ光源は、前記第 1 領域内に照射されるべきレーザビームを放射する第 1 レーザ光源と、前記第 2 領域内に照射されるべきレーザビームを放射する第 2 レーザ光源とを含んで構成されることを特徴とする。

また本発明は、前記第 1 および／または第 2 領域内で熔融状態にある前記非晶質材料に対して照射されるべきレーザビームを放射するもう一つのレーザ光源を含み、

もう一つのレーザ光源が放射するレーザ光の波長が、前記レーザ光源が放射するレーザ光の波長よりも長いことを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

本発明の目的、特色、および利点は、下記の詳細な説明と図面とからより明確になるであろう。

図 1 は、本発明の実施の一形態であるレーザ加工装置 10 の構成を簡略化して示す系統図である。

図 2 は、図 1 に示すレーザ加工装置 10 に備わる第 1 および第 2 投影マスク 17, 18 の形状を示す平面図である。

図 3 は、サンプル 21 の構成を簡略化して示す断面図である

図 4 A～4 C は、a-Si 膜 29 上におけるレーザビーム照射による結晶化処理の概要を示す図である。

図 5 は、もう一つの投影マスク 33 の形状を示す平面図である。

図 6 は、本発明の実施の第 2 の形態であるレーザ加工装置に設けられる第 3 および第 4 投影マスク 35, 36 の形状を示す平面図である。

図 7 A1～7 E2 は、第 1 領域 31 と第 2 領域 32 とが交差している場合の a-Si 膜 29 上におけるレーザビーム照射による結晶化処理の概要を示す図である。

図 8 は、開口部 43, 44 がアーチ状に形成される第 5 および第 6 投影マスク 45, 46 の形状を示す図である。

図 9 は、本発明の実施の第 3 の形態であるレーザ加工装置 50 の構成を簡略化

して示す系統図である。

図10は、本発明の実施の第4の形態であるレーザ加工装置60の構成を簡略化して示す系統図である。

図11は、先行技術に用いられるレーザ加工装置1の構成を簡略化して示す系統図である。

【発明を実施するための最良の形態】

以下図面を参考にして本発明の好適な実施例を詳細に説明する。

図1は本発明の実施の一形態であるレーザ加工装置10の構成を簡略化して示す系統図であり、図2は図1に示すレーザ加工装置10に備わる第1および第2投影マスク17、18の形状を示す平面図である。レーザ加工装置10は、レーザビームを放射する第1および第2レーザ光源11、12と、第1および第2レーザ光源11、12から放射されるレーザビームの光路上にそれぞれ設けられる第1および第2可変減衰器13、14ならびに第1および第2可変焦点視野レンズ15、16と、第1および第2可変焦点視野レンズ15、16を透過したレーザビームをそれぞれ通過させる第1および第2投影マスク17、18と、結像レンズ19と、レーザビームを反射して光路を変化させるように設けられる複数のミラー20と、レーザビームが照射されて結晶化されるサンプル21と、サンプル21が載置されるステージ22と、第1および第2レーザ光源11、12の出力制御およびステージ22の駆動制御を行う制御手段23とを含む。

第1および第2レーザ光源11、12には、ガスレーザである波長が308nmのXeClエキシマレーザが用いられる。このようなエキシマレーザは、たとえばLambda Physik社製Compex 301によって実現される。第1および第2可変減衰器13、14は、レーザビームの透過率を可変に設定することが可能なフィルタとしての機能を有し、第1および第2レーザ光源11、12から放射されるレーザビームの放射照度を調整することができる。

第1および第2可変焦点視野レンズ15、16は、レーザビームを集光し焦点調整するレンズである。第1および第2投影マスク17、18は、たとえば合成石英にクロム薄膜をパターンニングしたものである。本実施の形態では第1および

第2投影マスク17, 18には、長方形の第1および第2開口部25, 26がそれぞれ形成される。

第1および第2投影マスク17, 18は、第1および第2レーザ光源11, 12から放射されるレーザビームの光路上に設けられ、第1および第2可変焦点視野レンズ15, 16を透過したレーザビームをそれぞれ通過させることによって、サンプル21の表面に後述する第1および第2領域を画する。

結像レンズ19は、レーザビームによる第1および第2開口部25, 26の像をサンプル21の表面に結像させる。ステージ22は、駆動手段を備え、載置されるサンプル21を2次元平面内においてX-Y軸方向への水平移動および回転移動させることができる。

図3は、サンプル21の構成を簡略化して示す断面図である。サンプル21は、透明基板27の一方の表面に SiO_2 膜28が積層され、さらに SiO_2 膜28の表面にアモルファスシリコン(a-Si)膜29が積層される。ここでa-Si膜29が非晶質材料からなる層である。本実施の形態では、 SiO_2 膜28の厚みは100nm、a-Si膜29の厚みは50nmである。 SiO_2 膜28およびa-Si膜29は、プラズマエンハンスド化学気相堆積(PECVD)、蒸着またはスパッタリングなどによって、前述の厚みに積層される。

制御手段23は、CPU(Central Processing Unit)を備えるマイクロコンピュータなどによって実現される処理回路である。制御手段23には、第1および第2レーザ光源11, 12ならびにステージ22が電氣的に接続され、制御手段23によって、第1および第2レーザ光源11, 12から放射されるレーザビームの発振パルス時間および周期が制御されるとともに、ステージ22の駆動制御すなわちステージ22上に載置されるサンプル21の位置制御が行われる。

レーザビームの発振パルス時間および周期の制御は、たとえばサンプル21の結晶化処理条件毎に予め定められる発振パルス時間および周期をテーブル化し、そのテーブルがストアされたたとえばRAM(Random Access Memory)を制御手段23に設け、RAMから読出される前記テーブル情報に基づく制御信号を第1および第2レーザ光源11, 12に与えることによって実現される。またステー

ジ 2 2 の駆動制御は、予め制御手段 2 3 に与えられる情報に基づく N C

(Numerical Control) 制御によってもよく、またサンプル 2 1 の位置を検出する位置センサを設け、位置センサからの検出出力に応答する制御によってもよい。

制御手段 2 3 からの制御信号に従って第 1 レーザ光源 1 1 から放射されるレーザービームは、第 1 可変減衰器 1 3 を通過して放射照度が調整され、第 1 可変焦点視野レンズ 1 5 を透過し、第 1 投影マスク 1 7 の第 1 開口部 2 5 を通過し、結像レンズ 1 9 によってサンプル 2 1 の a - S i 膜 2 9 上に照射される。この第 1 レーザ光源 1 1 から放射され、サンプル 2 1 の a - S i 膜 2 9 上に達するレーザービームは、前述のように第 1 投影マスク 1 7 の第 1 開口部 2 5 を通過することによって、a - S i 膜 2 9 上に長方形に画される第 1 領域内のみを照射する。

前述と同様にして第 2 レーザ光源 1 2 から放射されるレーザービームは、第 2 可変減衰器 1 4 を通過し、第 2 可変焦点視野レンズ 1 6 を透過し、第 2 投影マスク 1 8 の第 2 開口部 2 6 を通過し、結像レンズ 1 9 によってサンプル 2 1 の a - S i 膜 2 9 上に照射される。この第 2 レーザ光源 1 2 から放射され、サンプル 2 1 の a - S i 膜 2 9 上に達するレーザービームは、前述のように第 2 投影マスク 1 8 の第 2 開口部 2 6 を通過することによって、a - S i 膜 2 9 上に長方形に画される第 2 領域内のみを照射する。

再び図 2 に戻り、a - S i 膜 2 9 上に画される第 1 および第 2 領域 3 1, 3 2 について説明する。図 2 に示す第 1 および第 2 投影マスク 1 7, 1 8 の第 1 および第 2 開口部 2 5, 2 6 は、その短手方向の長さが 2 W になるように形成される。

図 2 に示すままの倍率で第 1 および第 2 開口部 2 5, 2 6 が、a - S i 膜 2 9 上に結像される状態で、第 1 開口部 2 5 によって a - S i 膜 2 9 上に画される第 1 領域 3 1 に対して、第 2 開口部 2 6 によって a - S i 膜 2 9 上に画される第 2 領域 3 2 は、第 1 領域 3 1 の短手方向に距離 W をずれた配置になるように設定される。すなわち第 1 および第 2 投影マスク 1 7, 1 8 は、a - S i 膜 2 9 上に画される第 1 領域 3 1 と第 2 領域 3 2 とが前述のような配置になるように、第 1 および第 2 レーザ光源 1 1, 1 2 から放射されるレーザービームの光路上にそれぞれ設けられる。前述の距離 W を、以後オフセット量と呼ぶことがある。

なお結像レンズ19によってa-Si膜29上に結ばれる第1および第2開口部25、26の像の原寸法に対する縮小倍率が n で表されるとき、第1および第2領域31、32の短手方向の長さは $2W \times n$ 、第1領域31に対する第2領域32のオフセット量は $W \times n$ で与えられる。

以下に非晶質材料であるa-Si膜29にレーザービームを照射して結晶化するレーザー加工方法について説明する。図4A～4Cは、a-Si膜29上におけるレーザービーム照射による結晶化処理の概要を示す図である。

図4Aには、a-Si膜29の表面に画される第1領域31内に、第1レーザー光源11から放射されるレーザービームを照射し、レーザービームの照射によって第1領域31内のa-Siを溶融している状態を示す。本実施の形態では、第1領域31は長方形の形状に画されるので、a-Siが溶融凝固する際、短手方向に形成される温度勾配は長手方向に形成される温度勾配よりも大きくなる。したがって、a-Siは、温度勾配が大きな短手方向に結晶化および結晶成長する。

図4Bには、第1領域31内において結晶化されたa-Siに対して、レーザービームの照射領域を第1領域31の短手方向にオフセット量 W だけずれた位置に定められる第2領域32内にレーザービームを照射し、第2領域32内のa-Siを溶融している状態を示す。第2領域32内において溶融されたa-Siが凝固して結晶化するに際しては、先の第1領域31と重畳する短手方向 W の部分については再度溶融されるけれども、先の第1領域31内の残りのオフセット W の部分において結晶化された結晶が種結晶として残るので、この種結晶から第2領域32内へエピタキシャルに結晶化が進行する。

次に、第1投影マスクによってa-Si膜29上に画される第1領域31aが、先の第2領域32からさらにオフセット量 W だけ短手方向にずれた位置になるように、制御手段23によってステージ22を移動、すなわちサンプル21を移動する。図4Cは、サンプル21を移動させることによって新たにa-Si膜29上に画される第1領域31a内にレーザービームを照射し、第1領域31a内のa-Siを溶融している状態を示す。先の第2領域32におけるのと同様に、新たな第1領域31aでは、先の第2領域32内において結晶化された結晶が種結晶

となり、この種結晶からエピタキシャルに結晶化が進行する。

このように、 $a-Si$ 膜29上に画される領域内に対するレーザビームの照射と、レーザビームが照射されるべき領域の移動すなわちサンプル21の移動とを繰返し行うことによって、パターンニング等に依ることなく、 $a-Si$ 膜29に所望の大きさの結晶領域を作成することが可能になる。

なお、各領域内において $a-Si$ を溶融後凝固させて結晶化するステップにおいては、領域内全体の凝固および結晶化が完了することを意味しない。すなわち、エキシマレーザである第1および第2レーザ光源11, 12は、極めて短い周期でレーザビームを放射することができる特性を利用し、領域内において凝固が進行中、すなわち領域内の一部が結晶化された段階において、次の領域に対するレーザビーム照射が実行されてもよい。

このように、第1領域31と第2領域32とに対するレーザビーム照射の時間間隔を、ほぼ同時とも言える短い間に実行するときには、オフセット量を前記 W よりも大きい $W + \delta W$ [$(W + \delta W) > W$] に設定し、単位時間あたりに生成することのできる結晶化領域を大きくし、すなわち処理量を増してスループットを上げることができる。また前記オフセット量 W は、種結晶を利用した結晶成長をさせなければならないので、その設定精度はミクロンオーダーであるけれども、レーザビーム照射の時間間隔を短くすることによって、設定精度が緩和される。

本実施の形態では、前述のように第1および第2領域31, 32は、第1および第2投影マスク17, 18に形成される第1および第2開口部25, 26によって長方形に画されるけれども、これに限定されるものではない。図5は、もう一つの投影マスク33の形状を示す平面図である。図5に示されるように、もう一つの投影マスク33に形成されるもう一つの開口部34は、鋸歯状である。このように投影マスク33によって $a-Si$ 膜29上に画される領域は、鋸歯状であってもよい。鋸歯の突出方向を、 $a-Si$ が結晶化する際の優先成長方向に合わせることによって、結晶成長を促進することができるので、先の領域において結晶化された結晶を種結晶とし、次の領域において結晶化处理するとき、一層確実に結晶成長させることが可能になる。

図 6 は、本発明の実施の第 2 の形態であるレーザ加工装置に設けられる第 3 および第 4 投影マスク 35, 36 の形状を示す平面図である。本実施の形態のレーザ加工装置は、実施の第 1 形態のレーザ加工装置 10 に設けられる第 1 および第 2 投影マスク 17, 18 に代えて第 3 および第 4 投影マスク 35, 36 が用いられることを除いて同一に構成されるので図および説明を省略する。

注目すべきは、第 3 および第 4 投影マスク 35, 36 にそれぞれ形成される長方形の第 3 および第 4 開口部 37, 38 によって、a-Si 膜 29 上に画される第 1 領域と第 2 領域とが交差するように、第 3 および第 4 投影マスク 35, 36 が、第 1 および第 2 レーザ光源 11, 12 から放射されるレーザビームの光路上にそれぞれ設けられることである。本実施の形態では、a-Si 膜 29 上に画される第 1 領域と第 2 領域とが直交するように、第 3 および第 4 投影マスク 35, 36 が設けられる。

図 7 A 1 ~ E 2 は、第 1 領域 31 と第 2 領域 32 とが交差している場合の a-Si 膜 29 上におけるレーザビーム照射による結晶化処理の概要を示す図である。

図 7 A 1 には、a-Si 膜 29 上におけるレーザビームの照射領域である第 1 領域 31 を示し、図 7 A 2 には、第 1 領域 31 にレーザビームを照射して a-Si を溶融し、さらに凝固させて結晶化した状態を示す。このとき第 1 領域 31 は長方形であるので、結晶粒は第 1 領域 31 の短手方向に成長する。

図 7 B 1 には、第 1 領域 31 に対して第 2 領域 32 が交差する状態を示す。すなわち第 2 領域 32 は、第 1 領域 31 に対して図 7 A 1 ~ 7 E 2 の紙面に垂直な軸線まわり方向に 90 度角変位移動した位置に交差部を重畳部とするように定められる。図 7 B 2 には、第 2 領域 32 にレーザビームを照射することによって、第 1 領域 31 と第 2 領域 32 との交差により形成される重畳部に、第 1 領域 31 において結晶化した結晶を種結晶として成長した大きな結晶粒 39 が形成されることを示す。

図 7 C 1 には、ステージ 22 の移動によってサンプル 21 を、第 1 領域 31 および第 2 領域 32 のいずれに対しても 45 度の方向に $\sqrt{2} \cdot W$ だけ移動させた位置に画される新たな第 1 領域 31 a を示し、図 7 C 2 には、新たな第 1 領域

31 a にレーザビームを照射することによって、前記重畳部に形成された大きな結晶粒 39 を種結晶として新たな第 1 領域 31 a 内へ結晶成長し、さらに大きな結晶粒 40 が形成されることを示す。

図 7 D 1 には、前述のサンプル 21 の移動によって a-Si 膜 29 上に新たに画される第 2 領域 32 a が、新たな第 1 領域 31 a に対して交差する状態を示す。図 7 D 2 には、新たな第 2 領域 32 a にレーザビームを照射することによって、前記大きな結晶粒 40 を種結晶として新たな第 2 領域 32 a 内へ結晶成長し、一層大きな結晶粒 41 となることを示す。

図 7 E 1 には、前述の図 7 A 1 ～図 7 D 1 の説明に示す動作を繰返して、第 1 領域 31, 31 a, 31 b, 31 c, 31 d, 31 e と、第 2 領域 32, 32 a, 32 b, 32 c, 32 d, 32 e とをそれぞれ順次交差させて形成されるレーザビームの照射領域を示す。図 7 E 2 には、図 7 E 1 に示すようなレーザビームの照射領域の形成によって、a-Si 膜 29 に大きな結晶化領域 42 が形成され得ることを示す。

このように第 1 領域 31 と第 2 領域 32 とを交差させることによって、交差による重畳領域であって結晶化される領域の周縁部に沿って、順次結晶化領域を拡大することができる。このようにして結晶化領域を拡大するとき、レーザビームが照射されて結晶化されるべき領域の移動、すなわち結晶化されるべきサンプル 21 の移動を、ステージ 22 を順次一方向に移動するという効率的な方法で実現できるので、a-Si の結晶化処理の生産効率を高めることができる。

a-Si 膜 29 上に形成される第 1 領域 31 と第 2 領域 32 とを交差させるように設けられる投影マスクに形成される開口部の形状は、前述のような長方形に限定されるものではない。図 8 は、開口部 43, 44 がアーチ状に形成される第 5 および第 6 投影マスク 45, 46 の形状を示す図である。図 8 に示すような第 5 および第 6 投影マスク 45, 46 によって、a-Si 膜 29 上に交差して画される第 1 および第 2 領域の形状は、アーチ形であってもよい。

第 1 および第 2 領域のアーチ状の湾曲方向のいずれかを結晶の優先成長方向に合わせることによって、a-Si が溶融した後凝固する際の結晶成長を促進する

ことができるので、第1領域と第2領域との交差部において結晶化された結晶を種結晶とし、種結晶の周縁部に結晶成長させるとき、一層確実に結晶成長させることが可能になる。

図9は、本発明の実施の第3の形態であるレーザ加工装置50の構成を簡略化して示す系統図である。本実施の形態のレーザ加工装置50は、実施の第1形態のレーザ加工装置10に類似し、対応する部分については同一の参照符号を付して説明を省略する。

レーザ加工装置50において注目すべきは、レーザビームを放射する光源が1つであり、また光源から放射されるレーザビームの放射照度を調整する可変減衰器も1つのみが備わることである。前述の光源を2つ備える実施の第1形態のレーザ加工装置10では、制御手段23によって第1レーザ光源11と第2レーザ光源12とのレーザビームを放射するタイミングを制御し、このタイミング制御によって第1領域31と第2領域32とにレーザビームを照射する時間間隔を制御するけれども、光源を1つしか備えない本実施の形態のレーザ加工装置50では、第1レーザ光源11からサンプル21に達するレーザビームに光路差 d を形成し、この光路差 d によって第1領域31と第2領域32とにレーザビームを照射する時間間隔を制御する。

図9に示すように、第1投影マスク17によってサンプル21のa-Si膜29上に画される第1領域31に照射されるレーザビームの光路長さに比べて、第2投影マスク18によってa-Si膜29上に画される第2領域32に照射されるレーザビームの光路長さは、前述の光路差 d だけ長い。したがって、第2領域32では、第1領域31に比べて光路差 d をレーザの速度で除した時間だけ遅延してレーザビームが到達することになるので、光源が1つであっても第1領域31と第2領域32とに、レーザビームを照射する時間間隔を制御することができる。

図10は、本発明の実施の第4の形態であるレーザ加工装置60の構成を簡略化して示す系統図である。本実施の形態のレーザ加工装置60は、実施の第3形態のレーザ加工装置50に類似し、対応する部分については同一の参照符号を付

して説明を省略する。

レーザ加工装置 60 において注目すべきは、第 1 および／または第 2 領域 31, 32 内で熔融状態にある a-Si に対して照射されるべきレーザビームを放射するもう一つのレーザ光源 61 を含み、もう一つのレーザ光源 61 の放射するレーザ光の波長が、レーザ光源 11 の放射するレーザ光の波長よりも長いことである。

本実施の形態では、レーザ光源 11 には、紫外域の波長 308 nm を有するレーザ光を放射することのできるエキシマレーザが用いられ、もう一つのレーザ光源 61 には、レーザ光源 11 が放射するレーザ光の波長よりも長く、可視域から赤外域の波長を有するレーザ光を放射することのできるもの、たとえば波長 532 nm の YAG レーザ、波長 1064 nm の YAG レーザ、波長 10.6 μ m の炭酸ガスレーザなどが用いられる。

レーザ光源 11 から放射される比較的波長の短いレーザ光は、もう一つのレーザ光源 61 から放射される波長の長いレーザ光に比較して、熔融状態よりも固体状態にある a-Si 膜 29 への吸収率が高い特徴を有する。逆に、もう一つのレーザ光源 61 から放射される比較的波長の長いレーザ光は、レーザ光源 11 から放射される波長の短いレーザ光に比較して、固体状態よりも熔融状態にある a-Si 膜 29 への吸収率が高い特徴を有する。

レーザ光源 11 から放射されるレーザビームは、1 回の照射あたり、固体状態にある a-Si 膜 29 を熔融させるに足るエネルギー量（＝エネルギー量／照射面積）を有するように、またもう一つのレーザ光源 61 から放射されるレーザビームは、1 回の照射あたり、固体状態にある a-Si 膜 29 を熔融させるに足るエネルギー量（＝エネルギー量／照射面積）以下に設定されることが望ましい。

レーザ加工装置 60 においては、レーザ光源 11 から放射されるレーザビームは、a-Si 膜 29 を有するサンプル 21 に対して垂直に入射され、所定のパターンを形成した第 1 または第 2 投影マスク 17, 18 の像を a-Si 膜 29 上に、レーザビームの照射領域として縮小投影するように照射される。

一方、もう一つのレーザ光源 61 から放射されるレーザビームは、サンプル 21 に対して斜めに入射され、可変焦点視野レンズおよび投影マスクのいずれも通

過することなく、直接サンプル 21 に照射される。もう一つのレーザ光源 61 から放射されるレーザビームの照射領域は、第 1 および第 2 領域 31, 32 を包含し、さらに第 1 および第 2 領域 31, 32 よりも広い面積を有するように設定されることが好ましい。

もう一つのレーザ光源 61 から放射される波長の長いレーザビームを、熔融状態にある a-Si を含む第 1 および／または第 2 領域 31, 32 に照射することによって、レーザ光のエネルギーが、効率的に熔融状態の a-Si に吸収される。このようにもう一つのレーザ光源 61 から放射されるレーザビームで熔融状態にある a-Si を加熱し、その冷却速度を遅くすることができるので、一層大きな結晶粒に成長させることができる。

以上に述べたように、本実施の形態では、レーザ光源 11, 12 は、エキシマレーザであるけれども、これに限定されることなく、他のガスレーザが用いられてもよく、また固体レーザが用いられてもよい。また非晶質材料は、a-Si であるけれども、これに限定されることなく、非晶質のゲルマニウムやセレンなどであってもよい。

本発明は、その精神または主要な特徴から逸脱することなく、他のいろいろな形態で実施できる。従って、前述の実施形態はあらゆる点で単なる例示に過ぎず、本発明の範囲は特許請求の範囲に示すものであって、明細書本文には何ら拘束されない。さらに、特許請求の範囲に属する変形や変更は全て本発明の範囲内のものである。

【産業上の利用可能性】

本発明によれば、第 1 領域内に対してレーザビームを照射して非晶質材料を熔融凝固させて結晶化した後、第 1 領域と予め定められる部分が重畳する第 2 領域に対してレーザビームを照射して非晶質材料を熔融凝固させて結晶化する。このように第 2 領域の非晶質材料は、レーザビームの照射によって熔融凝固するとき、第 1 領域に形成された結晶を種結晶として、第 1 領域に形成された結晶粒を引継いでエピタキシャルに結晶成長することができる。さらにレーザビームが照射されるべき領域を予め定められる方向に予め定められる距離移動し、直前の第 2 領

域と部分的に重畳するように新たな第1領域を定め、第1領域と第2領域とに対するレーザビームの照射と、照射領域の移動とによる結晶化処理を順次繰返すことによって、パターンニング等による制約を受けることなく、非晶質材料からなる層に所望の大きさの結晶化領域を生成することが可能になるとともに、以前に結晶化された部位を種結晶として順次結晶成長させることができるので、大きな結晶粒を生成することが可能になる。

また本発明によれば、第1および第2領域は、非晶質材料からなる層の表面に長方形の形状に画されるので、非晶質材料が熔融凝固する際、第1および第2領域の短手方向には、長手方向よりも大きな温度勾配が形成される。このことによって、温度勾配が大きな短手方向に優先的に結晶化および結晶成長が起こるので、領域がたとえば正方形に画されて4方からほぼ均一に結晶化される場合に比べて、大きな結晶粒を生成させることができる。

また本発明によれば、第1および第2領域は、前記非晶質材料からなる層の表面に鋸歯状またはアーチ状の形状に画される。第1および第2領域の鋸歯の突出方向およびアーチ状の湾曲方向を結晶の優先成長方向に合わせることによって、非晶質材料が熔融した後凝固する際の結晶成長を促進することができるので、第1領域において結晶化された結晶を種結晶とし、第2領域において結晶化処理するとき、一層確実に結晶成長させることが可能になる。

また本発明によれば、第1領域と第2領域とは交差するので、交差による重畳領域であって結晶化された領域の周縁部に沿って、順次結晶化領域を拡大することができる。このようにして結晶化領域を拡大するとき、レーザビームが照射されて結晶化されるべき領域の移動を効率よく実施することができるので、結晶化処理された半導体材料の生産効率を高めることができる。

また本発明によれば、熔融状態にある非晶質材料に対して、もう一つのレーザビームを照射するので、熔融状態の非晶質材料の冷却速度を遅くすることができる。このことによって、非晶質材料の結晶化に際し、より大きな結晶粒に成長させることができる。

また本発明によれば、レーザビーム加工装置には、レーザビームを放射する光

源と、非晶質材料からなる層の表面に第1領域を画するための第1投影マスクと、第2領域を画するための第2投影マスクとが設けられる。このことによって、第1領域にレーザビームを照射して結晶化し、次いで第2領域にレーザビームを照射して第1領域に生成された結晶を種結晶として結晶成長させるという結晶化处理および結晶成長を円滑に行うことが可能になる。

また本発明によれば、第1レーザ光源と第2レーザ光源との2つの光源を備えるので、第1領域と第2領域とにレーザビームを照射する時間間隔を自在に設定することができる。このことによって、第1領域において結晶化された結晶を種結晶とし、種結晶から結晶成長させるのに最適なタイミングで第2領域にレーザビームを照射することが可能になるので、大きな結晶粒を生成することができる。また前述のように第1領域に対するレーザビームの照射後、第2領域に対するレーザビーム照射の最適なタイミングを設定することができるので、種結晶から結晶成長させるために第1領域に対して第2領域を重畳させるべき好適な領域の許容範囲が緩和される。

また本発明によれば、第1および／または第2領域内で熔融状態にある非晶質材料に対して照射されるべきレーザビームを放射するもう一つのレーザ光源が備えられ、もう一つのレーザ光源が放射するレーザ光の波長が、前記レーザ光源が放射するレーザ光の波長よりも長いように構成される。波長の短いレーザ光は、固体状態の非晶質材料に吸収されやすく、波長の長いレーザ光は、熔融状態の非晶質材料に吸収されやすい。したがって、もう一つのレーザ光源から放射される波長の長いレーザ光を、熔融状態にある非晶質材料に対して照射することによって、レーザ光のエネルギーが、効率的に熔融状態の非晶質材料に吸収される。このようにして、熔融状態にある非晶質材料の冷却速度を遅くすることができるので、一層大きな結晶粒に成長させることのできるレーザ加工装置が実現される。

請 求 の 範 囲

1. 基板を形成する非晶質材料からなる層または基板上に形成される非晶質材料からなる層にレーザビームを照射することによって、前記非晶質材料を結晶化させるレーザ加工方法であって、

前記非晶質材料からなる層の表面に画される第1領域内に対してレーザビームを照射して第1領域内の非晶質材料を溶融し、

溶融した第1領域内の非晶質材料を凝固させて結晶化し、

前記非晶質材料からなる層の表面に画され、前記第1領域と予め定められる部分が重畳する第2領域に対してレーザビームを照射して第2領域内の非晶質材料を溶融し、

溶融した第2領域内の非晶質材料を凝固させて結晶化し、

レーザビームが照射されるべき領域を予め定められる方向に予め定められる距離移動し、直前の第2領域と部分的に重畳するように非晶質材料からなる層の表面に画される新たな第1領域を定め、

前記非晶質材料の結晶化される領域が所望の大きさに達するまで、非晶質材料からなる層の表面上におけるレーザビームの照射と、レーザビームが照射されるべき領域の移動とを繰返し行うことを特徴とするレーザ加工方法。

2. 前記第1および第2領域は、

前記非晶質材料からなる層の表面に長方形の形状に画されることを特徴とする請求項1記載のレーザ加工方法。

3. 前記第1および第2領域は、

前記非晶質材料からなる層の表面に鋸歯状の形状に画されることを特徴とする請求項1記載のレーザ加工方法。

4. 前記第1および第2領域は、

前記非晶質材料からなる層の表面にアーチ状の形状に画されることを特徴とする請求項1記載のレーザ加工方法。

5. 前記第1領域と前記第2領域とは、

交差することを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のレーザ加工方法。

6. 前記第1および／または第2領域内で熔融状態にある前記非晶質材料に対して、もう一つのレーザービームを照射することを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のレーザー加工方法。

7. 基板を形成する非晶質材料からなる層または基板上に形成される非晶質材料からなる層にレーザービームを照射することによって、前記非晶質材料を結晶化させるレーザー加工装置において、

レーザービームを放射するレーザー光源と、

前記光源から放射されるレーザービームを通過させることによって、前記非晶質材料からなる層の表面に第1領域を画することができるように、前記光源と前記非晶質材料からなる層との間に形成されるレーザービームの光路上に設けられる第1投影マスクと、

前記光源から放射されるレーザービームを通過させることによって、前記非晶質材料からなる層の表面に第2領域を画することができるように、前記光源と前記非晶質材料からなる層との間に形成されるレーザービームの光路上に設けられる第2投影マスクとを含むことを特徴とするレーザー加工装置。

8. 前記レーザー光源は、

前記第1領域内に照射されるべきレーザービームを放射する第1レーザー光源と、
前記第2領域内に照射されるべきレーザービームを放射する第2レーザー光源とを含んで構成されることを特徴とする請求項7記載のレーザー加工装置。

9. 前記第1および／または第2領域内で熔融状態にある前記非晶質材料に対して照射されるべきレーザービームを放射するもう一つのレーザー光源を含み、

もう一つのレーザー光源が放射するレーザー光の波長が、前記レーザー光源が放射するレーザー光の波長よりも長いことを特徴とする請求項7または8記載のレーザー加工装置。

FIG. 1

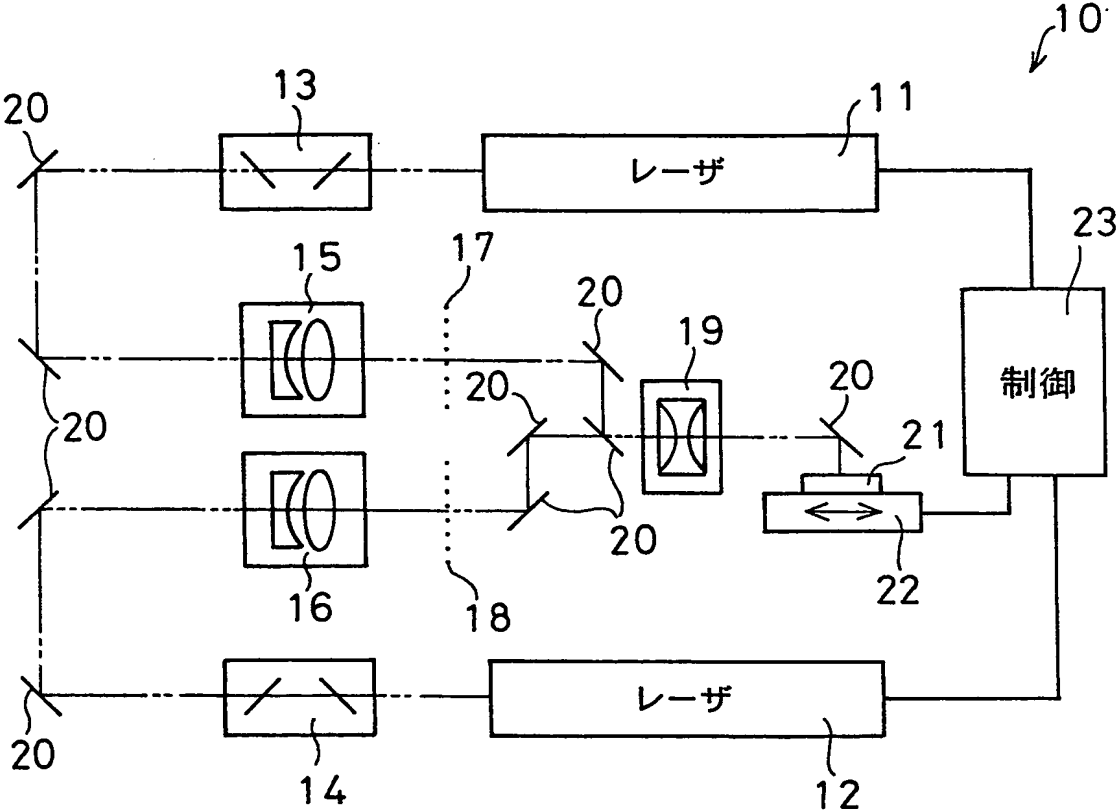


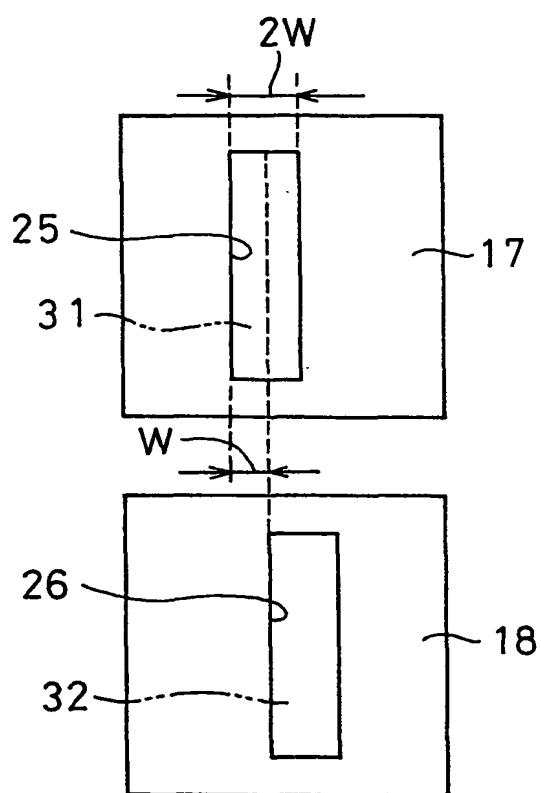
FIG. 2

FIG. 3

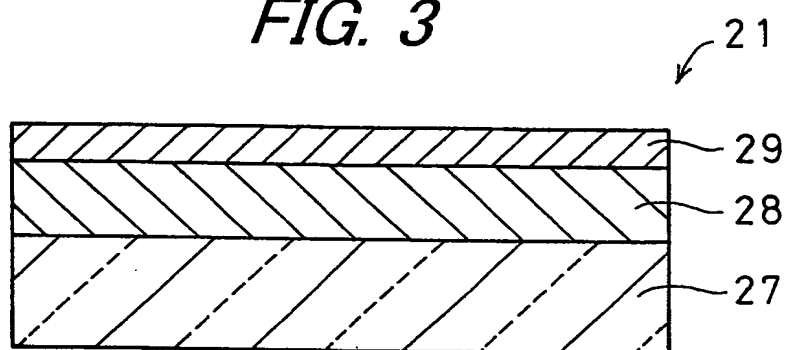


FIG. 4A

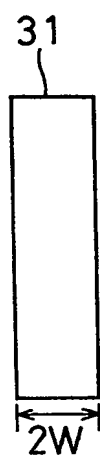


FIG. 4B

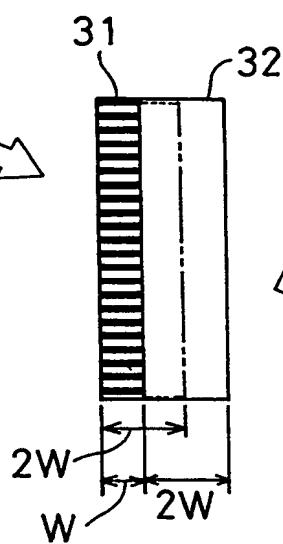


FIG. 4C

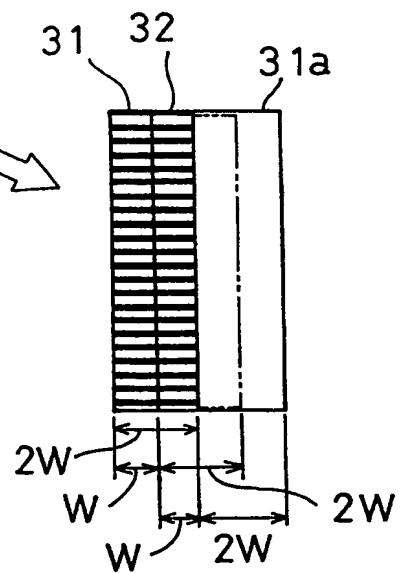


FIG. 5

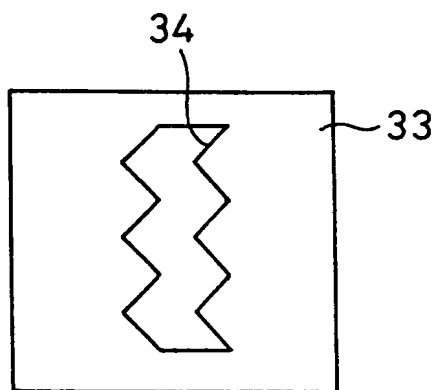


FIG. 6

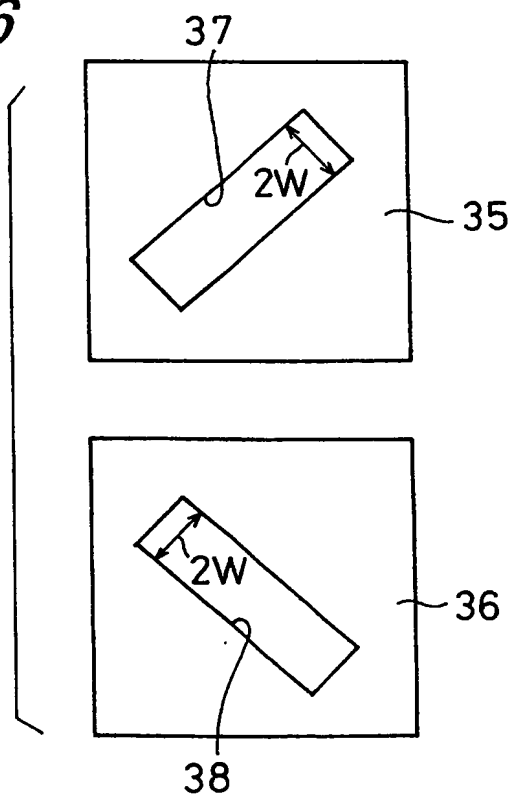


FIG. 7A1

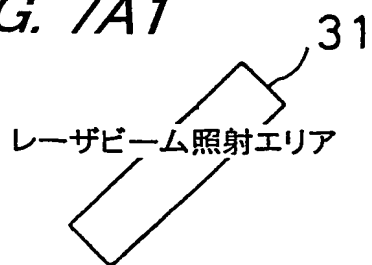


FIG. 7A2



FIG. 7B1

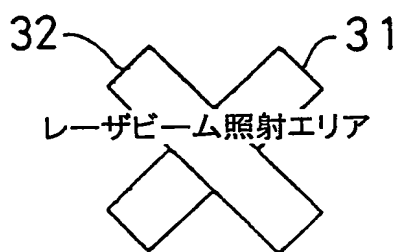


FIG. 7B2

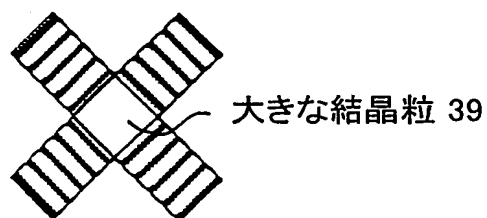


FIG. 7C1

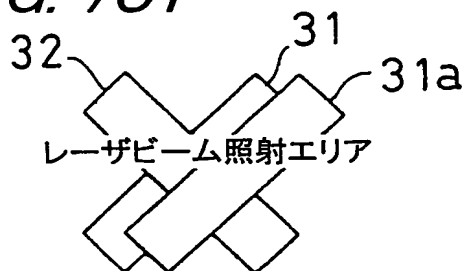


FIG. 7C2

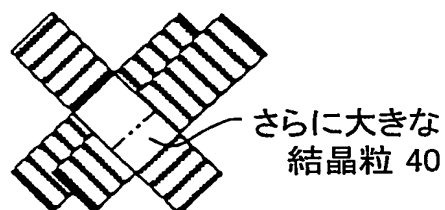


FIG. 7D1

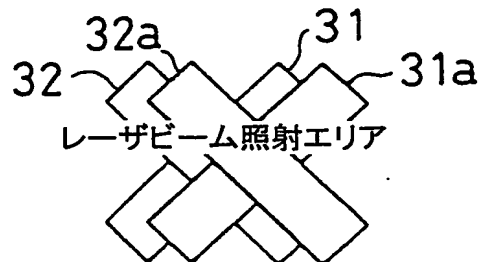


FIG. 7D2

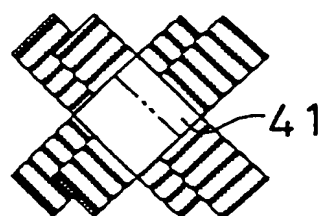


FIG. 7E1

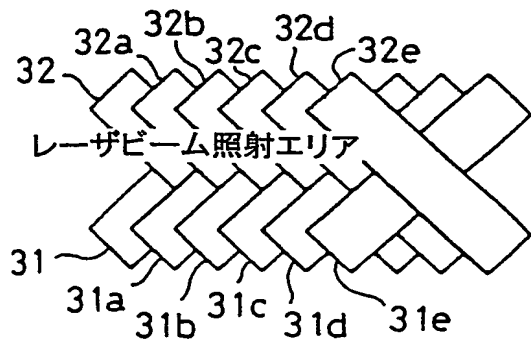


FIG. 7E2

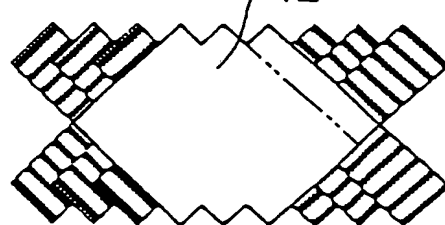


FIG. 8

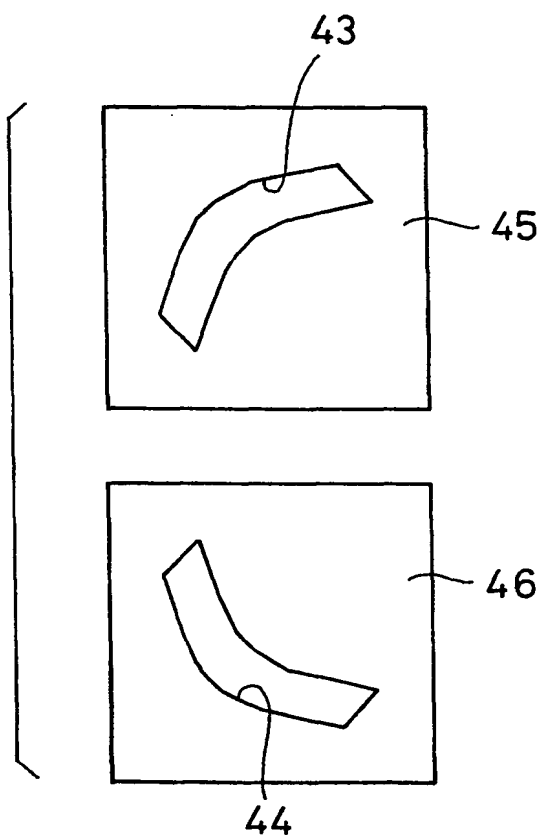


FIG. 9

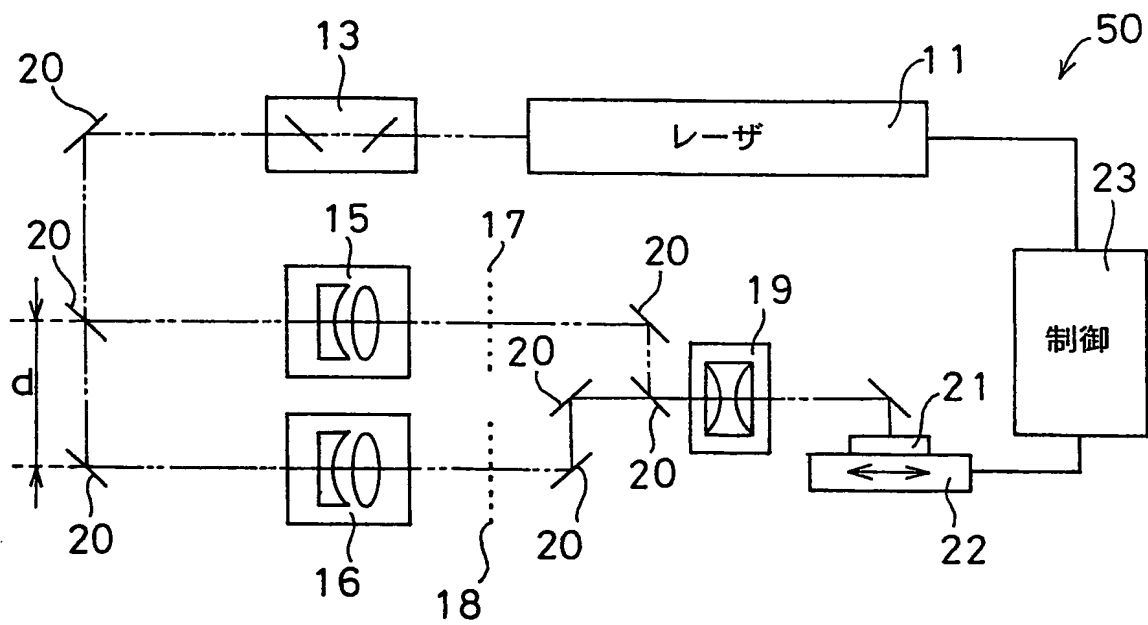


FIG. 10

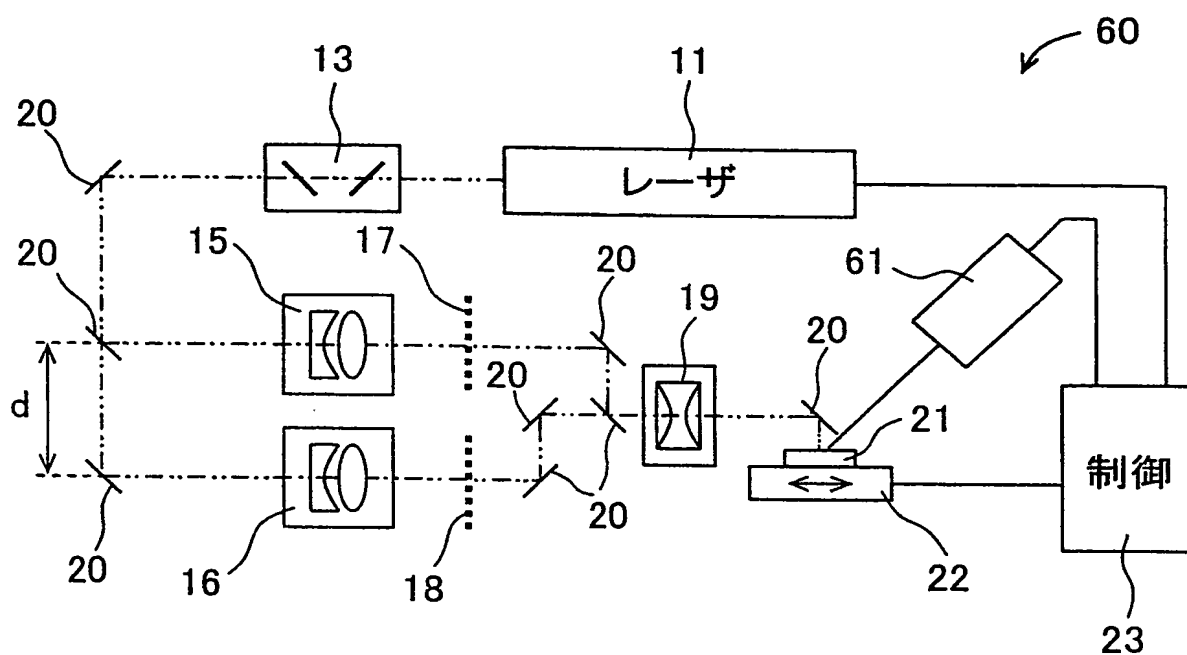
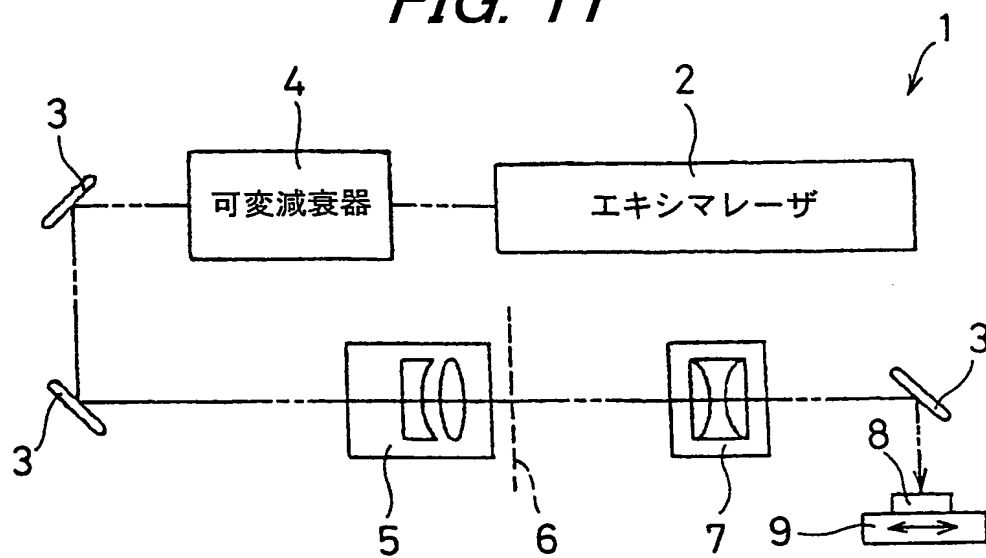


FIG. 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/11229

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H01L21/268, H01L21/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁷ H01L21/26-21/268, H01L21/322-21/326, H01L21/18-21/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	US 6117752 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA), 12 September, 2000 (12.09.00), Full text; Figs. 1 to 15 & JP 11-64883 A Full text; Figs. 1 to 16 & KR 99023628 A	1-3, 7 4, 6, 8, 9 5
X Y A	SPOSILI, Robert S. et al., 'Sequential lateral solidification of thin silicon films on SiO ₂ ', Applied Physics Letters, Vol.69, No.19, 04 November, 1996 (04.11.96), pages 2864 to 2866	1, 2, 7 6, 8, 9 5
Y	JP 62-194613 A (Fujitsu Ltd.), 27 August, 1987 (27.08.87), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search
31 October, 2003 (31.10.03)

Date of mailing of the international search report
18 November, 2003 (18.11.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/11229

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 59-25215 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 09 February, 1984 (09.02.84), Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	4
Y	LEE, M. et al., 'Ultra-large lateral grain growth by double laser recrystallization of a-Si films', Applied Physics A, Vol.73, 2001, pages 317 to 322	6,8,9
Y	JYUMONJI, Masayuki et al., 'Double-Pulse Method for Enlarging Lateral Grain Growth of Excimer Laser Annealed Poly-Si Thin Films', NEC Res. & Develop., Vol.42, No.3, July 2001, pages 272 to 276	6,8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/268, H01L21/20

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/26-21/268, H01L21/322-21/326,
H01L21/18-21/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	US 6117752 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA)	1-3, 7
Y	2000. 09. 12, 全文, 第1-15図 & JP 11-64883 A, 全文, 第1-16図	4, 6, 8, 9
A	& KR 99023628 A	5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

31. 10. 03

国際調査報告の発送日

13.11.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

萩原 周治

4L 9835

電話番号 03-3581-1101 内線 3496

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	SPOSILI, Robert S. et al., 'Sequential lateral solidification of thin silicon films on	1, 2, 7
Y	SiO ₂ ', Applied Physics Letters, Vol. 69, No. 19,	6, 8, 9
A	4 November 1996, p. 2864-2866	5
Y	J P 62-194613 A (富士通株式会社) 1987. 08. 27, 全文, 第1-5図 (ファミリーなし)	4
Y	J P 59-25215 A (沖電気工業株式会社) 1984. 02. 09, 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	4
Y	LEE, M. et al., 'Ultra-large lateral grain growth by double laser recrystallization of a-Si films', Applied Physics A, Vol. 73, 2001, p. 317-322	6, 8, 9
Y	JYUMONJI, Masayuki et al., 'Double-Pulse Method for Enlarging Lateral Grain Growth of Excimer Laser Annealed Poly-Si Thin Films', NEC Res. & Develop., Vol. 42, No. 3, July 2001, p. 272-276	6, 8